

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年11月12日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第322584号

出 願 人

Applicant(s):

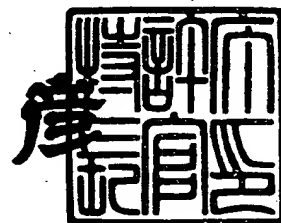
株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

Jc617 U.S. PTO
09/438652
11/12/99CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年10月15日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3070239

【書類名】 特許願

【整理番号】 9800674902

【提出日】 平成10年11月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 11/00
G06T 17/00

【発明の名称】 画像生成方法、画像生成装置

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂7丁目1番1号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内

 【氏名】 佐々木 伸夫

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂7丁目1番1号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内

 【氏名】 大場 章男

【特許出願人】

 【識別番号】 395015319

 【氏名又は名称】 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

 【代表者】 徳中 暉久

【代理人】

 【識別番号】 100067736

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

 【識別番号】 100086335

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9506905

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像生成方法、画像生成装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 3次元のポリゴンへのテクスチャマッピングにより2次元の画像を生成する画像生成方法において、

基本テクスチャのマッピングにより上記ポリゴン上の全体的な模様を生成し、
モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、上記基本テクスチャのマッピングに基づいて生成した模様を振幅変調処理すること
を特徴とする画像生成方法。

【請求項2】 上記振幅変調処理では、視点近傍から遠方になるに従い、その振幅を小さくすること

を特徴とする請求項1記載の画像生成方法。

【請求項3】 上記基本テクスチャの繰り返し周期と上記モジュレーション用テクスチャの繰り返し周期とをずらすこと

を特徴とする請求項1記載の画像生成方法。

【請求項4】 上記モジュレーション用テクスチャは、上記基本テクスチャからカラー情報を除き、上記基本テクスチャより高い空間周波数にされていること
を特徴とする請求項1記載の画像生成方法。

【請求項5】 上記モジュレーション用テクスチャは、上記基本テクスチャとは異なる模様からなること

を特徴とする請求項1記載の画像生成方法。

【請求項6】 3次元のポリゴンへのテクスチャマッピングにより2次元の画像を生成する画像生成装置において、

マッピングにより上記ポリゴン上の全体的な模様を生成する基本テクスチャと、
上記基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調するモジュレーション用テクスチャとが記憶される記憶手段と、

上記モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、上記基本テクスチャのマッピングに基づいて生成した模様を振幅変調処理する画像処理手段と

を備えていること

を特徴とする画像生成装置。

【請求項 7】 上記振幅変調処理では、視点近傍から遠方になるに従い、その振幅を小さくすること

を特徴とする請求項 6 記載の画像生成装置。

【請求項 8】 上記基本テクスチャの繰り返し周期と上記モジュレーション用テクスチャの繰り返し周期とをずらすこと

を特徴とする請求項 6 記載の画像生成装置。

【請求項 9】 上記モジュレーション用テクスチャは、上記基本テクスチャからカラー情報を除き、上記基本テクスチャより高い空間周波数にされていることを特徴とする請求項 6 記載の画像生成装置。

【請求項 10】 上記モジュレーション用テクスチャは、上記基本テクスチャとは異なる模様からなること

を特徴とする請求項 6 記載の画像生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、テクスチャマッピングにより画像を生成する画像生成方法、画像生成装置に関し、詳しくは、3次元のポリゴン及びテクスチャから2次元の画像を生成する画像生成方法、画像生成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

身のまわりにある物体表面は、複雑な模様の繰り返しパターンを有することが多く、模様やパターンが複雑で細くなるほど、各模様はパターンを三角形でモデリングすることは困難になる。そこで、これを解決する手法として、テクスチャマッピング(Texture Mapping)がある。

【0003】

テクスチャマッピングは、スキャナ等で読み込んだイメージデータを、物体表面に貼り付けることにより、少ない頂点数で、高いリアリティの画像を実現する

ものである。

【0004】

一方、グラフィックシステムには、3次元画像を、3角形等のポリゴン（単位図形）に分解し、そのポリゴンを描画することで、その3次元画像全体の描画を行うものがある。

【0005】

このような3次元のポリゴン及びテクスチャから2次元の画像を生成するグラフィックシステムでは、地面・水面・床について視点近傍から遠方までの描画を、上述したテクスチャマッピングによって実現している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、テクスチャマッピングにより画像を表現しようとする、視点近傍の形状にマッピングされたテクスチャは大きく引き伸ばされるので画像がぼけ、現実感を著しく損なう傾向があった。

【0007】

これを避けるための一つの方法として高密度のテクスチャを用いる方法がある。しかし、この方法には、テクスチャメモリを大量に浪費する欠点があった。また、テクスチャマッピングのときに広いアドレス空間へのアクセスが必要なため通常のダイナミックRAMで構成されるテクスチャメモリではページブレイクによる大幅な処理速度の低下が見られた。

【0008】

これを避けるための他の方法としてフラクタル圧縮技術を用いテクスチャを再帰的なアフィン変換の組み合わせで表現し、実行時に必要な精度に応じて再帰描画の深さを制御する方法がある。しかし、この方法では、再帰描画のために大量の計算資源が必要であり、また再帰性の低い画像に関しては圧縮率があがらない欠点があった。

【0009】

なお、原画を種々の縮小率で縮小又は拡大したテクスチャにより画像の模様を生成するミップマップ（MIPMAP）方法は、画像の歪みが少なく、テクスチ

チャマッピングを高速化できるといった点で優れている。しかし、このミップマップ方法においても、上述したように、視点近傍の形状がぼけるといった問題が生じていた。

【0010】

そこで、本発明は、上述の実情に鑑みてなされたものであって、3次元ポリゴンへのテクスチャマッピングにより、2次元画像においてより現実に近い模様を生成することができる画像生成方法、画像生成装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る画像生成方法は、上述の課題を解決するために、基本テクスチャのマッピングによりポリゴン上の全体的な模様を生成し、モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調処理する。

【0012】

すなわち、この画像生成方法は、モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調処理する。

【0013】

この画像生成方法により、視点近くの領域の模様のディテールが適切に生成される。

【0014】

また、本発明に係る画像生成装置は、上述の課題を解決するために、マッピングによりポリゴン上の全体的な模様を生成する基本テクスチャと、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調するモジュレーション用テクスチャとが記憶される記憶手段と、モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調処理する画像処理手段とを備えている。

【0015】

このような構成を有する画像生成装置は、画像処理手段によって、モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調処理する。

【0016】

これにより、画像生成装置は、視点近くの領域の模様のディテールを適切に生成する。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳しく説明する。この実施の形態は、本発明に係る画像生成方法及び画像生成装置を、3次元のポリゴンへのテクスチャマッピングにより2次元画像を生成する画像生成装置に適用したものである。例えば、実施の形態である画像生成装置は、3次元テレビゲーム装置、3次元動画像表示装置及び3次元動画像転送装置への適用が可能とされている。

【0018】

図1に示すように、画像生成装置1は、輝度計算及び座標変換ユニット2と、LOD (Level of Detail) 計算ユニット3と、テクスチャ座標計算ユニット4と、DDA (Digital Differential Analyser) ユニット5と、ピクセルエンジン (Pixel Engine) 6と、画像メモリー7とを備えている。

【0019】

この画像生成装置1において、画像メモリー7は、マッピングによりポリゴン上の全体的な模様を生成する基本テクスチャと、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調するモジュレーション用テクスチャとが記憶される記憶手段とされ、ピクセルエンジン6は、モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調処理する画像処理手段とされている。

【0020】

また、図2には、図1のように構成される画像生成装置1内についてそのデータの流れを含めて構成を示している。

【0021】

すなわち、図2に示す画像生成装置1は、テクスチャマッピング処理部21、アンチエイリアシング処理部22、フォグ処理部23、メモリインターフェース24及びPCTC (Programable CRT Controller) 25を含めた構成を示している。また、図2では、図1に示す画像生成装置1の輝度計算及び座標変換ユニット2、LOD計算ユニット3及びテクスチャ座標計算ユニット4を含めて前処理部2, 3, 4として示している。

【0022】

この画像生成装置1の各構成部について以下に詳しく説明する。

【0023】

画像生成装置1には、3次元画像を生成するための各種情報が入力され、この各種情報により画像が生成される。例えば、各種情報として、3次元ポリゴンの頂点情報、ブレンド情報、テクスチャ座標情報、光源情報及び視点情報等が入力される。画像生成装置1は、これら情報を、例えば、通信回線、記憶装置等により得ている。

【0024】

例えば、画像生成装置1に入力されるポリゴンについては、一般的には多角形からなり、本実施の形態では、説明の簡略化のために独立三角形として、以下に説明する。なお、画像生成装置1のシステム自体の機能としては、点、直線を含む多種類のプリミティブに適応可能である。

【0025】

ポリゴン情報は、独立三角形のポリゴンの頂点の各座標 $p_1 (p_{x1}, p_{y1}, p_{z1})$, $p_2 (p_{x2}, p_{y2}, p_{z2})$, $p_3 (p_{x3}, p_{y3}, p_{z3})$ からなる情報である。そして、この頂点の法線の情報も $n_1 (n_{x1}, n_{y1}, n_{z1})$, $n_2 (n_{x2}, n_{y2}, n_{z2})$, $n_3 (n_{x3}, n_{y3}, n_{z3})$ とされて入力される。

【0026】

テクスチャ座標情報は、独立三角形のポリゴンの各頂点のテクスチャ座標 $a_1 (s_1, t_1, q_1)$, $a_2 (s_2, t_2, q_2)$, $a_3 (s_3, t_3, q_3)$

からなる情報である。

【0027】

ブレンド情報は、テクスチャをマッピングする際の画像のブレンドの割合を示すブレンド用係数（ブレンド係数 α ）である。具体的には、ブレンド係数 α は、RGBに対応されて α_1 、 α_2 、 α_3 とされている。このブレンド情報は、RGB値とともに、RGBA値を構成してゐる。

【0028】

視点情報（ $e_y e_x$ 、 $e_y e_y$ 、 $e_y e_z$ ）及び光源情報（ l_x 、 l_y 、 l_z ）は、ポリゴンに対して、輝度計算及び座標変換を行うための情報である。なお、光源情報は複数あっても良い。

【0029】

なお、ポリゴンの各頂点にはこれ以外にも、色情報、フォグ値等の様々な付加情報が対応されている。

【0030】

ここで、フォグ値は、遠くにあるもののフォグ色になるような画像処理を行うための値であつて、いわゆる画像に霧の効果による画像生成を行うための値である。

【0031】

以上のような各種情報が付加されてなる独立三角形のポリゴンが画像生成装置1に多数個入力される。

【0032】

テクスチャ情報は、RGBA値を持つピクセル（Pixel）が配列状に並んだもので、ポリゴン頂点のテクスチャ座標によりアクセスされる。

【0033】

このようなポリゴン情報等が画像生成装置1において、輝度計算及び座標計算ユニット2に先ず入力される。

【0034】

輝度計算及び座標計算ユニット2は、入力されたポリゴン情報を、視点情報に合わせて描画用の座標系に座標変換する。そして、輝度計算及び座標計算ユニッ

ト2は、各ポリゴンの各頂点の輝度を、視点情報及び光源情報により計算する。

【0035】

なお、輝度計算及び座標計算ユニット2は、上述したような計算を行うとともに、透視変換等を試行する。

【0036】

例えば、独立三角形のポリゴンの座標変換により、頂点の各座標は、 $q1(qx1, qy1, iz1)$ 、 $q2(qx2, qy2, iz2)$ 、 $q3(qx3, qy3, iz3)$ となる。ここで、座標 qx 、 qy は描画スクリーン上の座標であり、座標 iz はzバッファのための整数に変換された画面の奥行き方向の座標である。また各頂点の輝度が、頂点の法線ベクトル、視点情報及び光源情報より求められる。

【0037】

このように輝度計算及び座標計算ユニット2において計算により算出された値は、図2に示すように、前処理部2、3、4からXYZ値の傾き、RGB A値の傾き、及びフォグ値からなるF値の傾きとしてDDAユニット5に入力される。ここで、XYZ値は、3次元ポリゴンの3頂点それぞれのX、Y、Z座標の値からなり、すなわち、点、線及びポリゴン等の形状に関する情報とされている。

【0038】

LOD計算ユニット3は、変換されたz座標からLOD値を計算する。ピクセルエンジン6は、このLOD値により、基本テクスチャバッファ9に記憶されている基本テクスチャを選択している。ここで基本テクスチャは、ミップマップ(MIPMAP)方式を採用して3次元のポリゴンにマッピングされるテクスチャである。

【0039】

ミップマップ方式は、3次元のポリゴンに貼り付けるテクスチャとして $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$... (各辺の長さの比率)といった大きさの異なるテクスチャを予め用意しておき、縮小率に応じてこの予め用意しておいたテクスチャを選択し、3次元のポリゴンにマッピングを行うマッピング方式であり、例えば、各種テクスチャについては、ローパスフィルタを用いて生成されている。

【0040】

ミップマップ方式では、このようなマッピング方式を採用することにより、テクスチャのマッピングを行う際に、もとのテクスチャを縮小してスクリーン上のポリゴンにマッピングするためにエイリアシングの発生を防止している。

【0041】

例えば、各レベル（MIPレベル）のテクスチャは、それぞれの一つの小さいMIP値を持つ画像にローパスフィルタをかけて、 $1/2$ に縮小することにより得ることができる。

【0042】

ここで、各種テクスチャについて、以下の説明では、原画と同一のテクスチャをMIP0のテクスチャ、原画の $1/2$ のテクスチャをMIP1のテクスチャ、原画の $1/4$ のテクスチャをMIP2のテクスチャ．．．と呼ぶこととする。

【0043】

なお、MIPの後に続く数値は、MIPレベルを表しているが、これはLOD値に対応付けされている。そして、LOD値については、各ポリゴンの縮小率から計算される値であって、縮小率については、例えば視点からポリゴンまでの距離の対数で求められる。

【0044】

LOD計算ユニット3により算出されたLOD値に対応された基本テクスチャが画像メモリー7の基本テクスチャバッファ9から読み出される。

【0045】

テクスチャ座標計算ユニット4は、モジュレーション用テクスチャを読み出すためのテクスチャ座標値を、基本テクスチャ用のテクスチャ座標値より計算する。

【0046】

このテクスチャ座標計算ユニット4において計算により算出された値は、図2に示すように、前処理部2, 3, 4からUV値の傾き、STQ値の傾きとしてDAユニット5に入力される。ここで、UV値とは、テクスチャの座標値であり、STQ値とは、ポリゴンの3頂点それぞれにおけるテクスチャ座標の値、すな

わち、同次テクスチャ座標（パースペクティブ補正用）の値からなる。

【0047】

DDAユニット5は、テクスチャ座標計算ユニット4により得た2次元のポリゴン頂点情報、z情報及び輝度情報等をピクセル情報に変換する。具体的には、DDAユニット5は、画素の座標（ a_{px} , a_{py} ）、z値（ a_{iz} ）、輝度、及びテクスチャ座標値（ a_s , a_t , a_q ）を線型補間により順次求めている。

【0048】

このDDAユニット5は、図2に示すように、変換処理した値として、XYZ値、F値、 R_f 値、 G_f 値、 B_f 値、 A_f 値、STQ値、及びUV値を出力する。ここで、XYZ値はピクセルエンジン5に、F値はフォグ部23に、そして R_f 値、 G_f 値、 B_f 値、 A_f 値、STQ値及びUV値はテクスチャマッピング部21にそれぞれ入力される。

【0049】

アンチエイリアシング処理部22は、線や画像のエッジのぎざぎざをぼかすことで画像を滑らかにする処理を行うところで、テクスチャマッピング処理部21からの α 値を用いて α ブレンディングによる処理を行っている。

【0050】

フォグ処理部23は、フォグ値を用いて霧の効果により処理を行う部分である。具体的には、テクスチャマッピング処理部21から出力される画素値に対して、DDAユニット5からのF値を用いて処理を行っている。

【0051】

テクスチャマッピング処理部21は、各種情報に基づいてテクスチャマッピングの制御を行う部分である。

【0052】

PCRTC25は、所望の処理をした画像信号を、アナログRGB、デジタルRGBAとしてモニタに出力する部分である。

【0053】

ピクセルエンジン6は、ピクセルに対する演算を行うピクセルオペレーションとして、シザリング、 α テスト、デスティネーション α テスト、デプステスト、

α ブレンディング、ディザリング及びカラークランプといった処理を行う。

【0054】

ここで、シザリングとは、画面からはみ出したデータを取り除く処理、

α テストとは、ピクセルの α 値によって描画するかしないか等の制御を行う処理、

デスティネーション α テストとは、これから書き込もうとするフレームバッファのピクセルのブレンド係数 α によって描画するかしないか等の制御を行う処理、

デプステストとは、Z バッファによるテスト、

α ブレンディングとは、フレームバッファのピクセル値と、これから書き込もうとするピクセル値をブレンド係数 α で線形補間する処理、

ディザリングとは、少ない色数で多くの色を表現するための色の配置を入り組ませる処理、

カラークランプとは、色の計算の時に、値が 255 を超えたり 0 より小さくなったりしないように制限する処理である。

【0055】

ピクセルエンジン 6 は、具体的には、次のような処理を行う。すなわち、ピクセルエンジン 6 は、基本テクスチャバッファ 9 から読み出されたピクセル情報との間でピクセル情報を演算し、フレームバッファ 8 に書き込む。また、ピクセルエンジン 6 は、必要に応じて、フレームバッファ 8 へ書き込む際に Z バッファを参照して書き込みの制御を行う。さらに、ピクセルエンジン 6 は、基本テクスチャバッファ 9 から読み出した格子状の 4 点の画素値を線形補間を行いテクセル値を求めるバイリニア補間の機能、フレームバッファ 8 のピクセル値を読み出しこれと書き込むモジュレーション用テクスチャの画素値の間で乗算（モジュレーション計算）を行う機能を持っている。

【0056】

すなわち、例えば、ピクセルエンジン 6 は、DDA ユニット 5 で求めた値に従って、テクスチャマッピング、Z 比較、画素値計算、画素値のフレームバッファ

8への書き込み及び読み出し、並びにモジュレーション等を行う機能を有している。

【0057】

図2に示すメモリインターフェース24は、ピクセルエンジン6と、画像メモリー7との間でデータ伝送を行うためのインターフェースである。具体的には、このメモリインターフェース24により、ピクセルエンジン6と画像メモリー7との間で、XYZ値、A値（ブレンド係数 α ）、RGB値の送受信が可能になる。

【0058】

画像メモリー7は、フレームが記憶されるフレームバッファ8、基本テクスチャが記憶される基本テクスチャバッファ9、及びモジュレーション用テクスチャが記憶されるモジュレーション用テクスチャバッファ10の各記憶領域を有して構成されている。例えば、画像メモリー7は、図2に示すように、主メモリ7aと、テクスチャキャッシュメモリ7bとから構成されている。ここで、テクスチャキャッシュメモリ7bは、テクスチャ情報に高速にアクセスするために用いられるキャッシュメモリとして構成されている。

【0059】

基本テクスチャは、上述したように、ミップマップで一般的に用いられるテクスチャである。この基本テクスチャが、テクスチャマッピングされた形状の全体的な模様を生成する。例えば、基本テクスチャは、基本テクスチャバッファ9に圧縮されて記憶されている。

【0060】

モジュレーション用テクスチャは、基本テクスチャに対しさらに高い周波数成分を加えるために用いられるテクスチャである。例えば、モジュレーション用テクスチャの繰り返し周期は、基本テクスチャの繰り返し周期からずらされることにより高い周波数成分からなるテクスチャとされている。

【0061】

また、モジュレーション用テクスチャについては、図3に示すように、MIPレベルが大きくなるにつれてモジュレーションのダイナミックレンジを減らすよ

うになされている。これは、基本テクスチャの拡大率が1より大きくなる部分で働くことが望ましいからである。

【0062】

モジュレーション用テクスチャの画素値は、基本テクスチャを用いて描画された画素値に対して、さらに乗算を行いモジュレーションをかけるための強度を表している。例えばテクスチャが8ビットで表現されるならば、テクスチャ値0を乗算の係数0.0、テクスチャ値128を乗算の係数1.0、テクスチャ値256を乗算の係数2.0に対応させる。すなわち、各MIPレベルの画像は、ローパスフィルタを縮小だけでなくダイナミックレンジの縮小処理も施されている。

【0063】

なお、上述したように、モジュレーション用テクスチャの繰り返し周期は、基本テクスチャの繰り返し周期とずらされているが、具体的には、基本テクスチャとモジュレーション用テクスチャの画像サイズが同じ場合に、基本テクスチャのテクスチャ座標(s_i, t_i)を何倍かしてずらしたテクスチャ座標(s_{2i}, t_{2i})をモジュレーション用テクスチャの読み出しに用いることにより、繰り返し周期がずらされている。

【0064】

このような関係は(1)式及び(2)式により示すことができる。

【0065】

$$s_{2i} = \gamma \times s_i + \beta \quad \dots (1)$$

$$t_{2i} = \gamma \times t_i + \beta \quad \dots (2)$$

ここで、(s_i, t_i)は基本テクスチャの本来のテクスチャ座標であり、(s_{2i}, t_{2i})はモジュレーション用テクスチャの読み出しに用いるテクスチャ座標である。また、 γ は $\gamma > 1$ の整数であり、 β は定数である。

【0066】

また、モジュレーション用テクスチャが繰り返しテクスチャでない場合には、0及び1をテクスチャ座標値が超える場合に値の進み方を変える必要がある。

【0067】

このようなことから、最終的に用いるテクスチャ座標を(s_{3i}, t_{3i})とし

た場合、図4に示すようなグラフによってテクスチャ座標 ($s_2 i$, $t_2 i$) からテクスチャ座標 ($s_3 i$, $t_3 i$) への変換がなされる。

【0068】

そして、モジュレーション用テクスチャは基本テクスチャに対して $1/\gamma$ に縮小されているので、ポリゴンの LOD 値を $\log_2(\gamma)$ だけシフトして与える必要がある。

【0069】

例えば、 $\gamma = 2$ の場合において、ポリゴンの LOD 値に対して、用いられる基本テクスチャ及びモジュレーション用テクスチャの MIP レベルは、図5に示すようになる。

【0070】

上述したような基本テクスチャ及びモジュレーション用テクスチャが、基本テクスチャバッファ9及びモジュレーション用テクスチャバッファ10に記憶されている。

【0071】

なお、基本テクスチャ及びモジュレーション用テクスチャは、同一のバッファ内に格納されても良い。例えば、RGBA バッファの RGB 部分に基本バッファが、A (アルファ) 部分にモジュレーション用テクスチャが格納されても良い。

【0072】

基本テクスチャ及びモジュレーション用テクスチャの具体例を図6乃至図13に示す。図6、図8、図10及び図12は、MIP0、MIP1、MIP2及びMIP3の基本テクスチャをそれぞれ示し、図7、図9、図11及び図13は、MIP0、MIP1、MIP2及びMIP3のモジュレーション用テクスチャをそれぞれ示している。なお、図6及び図7のMIP0のテクスチャについては、一部省略して図示している。

【0073】

モジュレーション用テクスチャについては、上述したように、MIPレベルが大きくなるにつれてモジュレーションのダイナミックレンジを減らすようになっていることから、図7、図9、図11及び図13に示すように、MIPレベ

ルが大きくなるに従い、いわゆるぼけたような感じになっている。なお、実際には、モジュレーション用テクスチャは、基本テクスチャと画像サイズが同じ場合には、上述したように、より高い周波数のマッピングをするために、基本テクスチャのテクスチャ座標値を何倍かずらしたテクスチャ座標値により読み出される。

【0074】

以上のように画像生成装置1の各部が構成されている。そして、画像メモリー7には、基本テクスチャに加え、モジュレーション用テクスチャが格納されている。

【0075】

次に、基本テクスチャにより生成した画像の模様をモジュレーション用テクスチャにより振幅変調する処理の手順について説明する。図14には、基本テクスチャを用いて画像を生成する一連の処理工程を示し、図15には、モジュレーション用テクスチャにより画像を振幅変調する一連の処理工程を示している。

【0076】

画像生成装置1は、図14に示すように、ステップS1において、ピクセルエンジン6により、基本テクスチャを読み込む。

【0077】

ステップS2において、ピクセルエンジン6は、全描画ポリゴンの描画終了したか否かを確認する。ピクセルエンジン6は、全描画ポリゴンの描画を終了したことを確認した場合には、図15のステップS21に進み、全描画ポリゴンの描画が終了していないことを確認した場合には、ステップS3に進む。

【0078】

ステップS3では、ピクセルエンジン6は、描画ポリゴンの各頂点の輝度を計算する。続いて、ステップS4において、画像生成装置1は、DDAユニット5により、描画ポリゴンの各画像のテクスチャ座標及びLOD値、輝度及びA（ α 値）を求める。

【0079】

そして、ステップS5において、ピクセルエンジン6は、LOD値により使用

する基本テクスチャのベースアドレスを選択し、テクスチャ座標に対応する基本テクスチャの画素値を読み込む。なお、ここで、必要に応じて、バイリニア・フィルタ又はトライリニア・フィルタを実行する。

【0080】

ここで、トライリニア・フィルタを実行するいわゆるトライリニア処理は、LOD値が中間的な値をとる場合に、異なるMIPレベルの画素値の線型補間を行うものである。なお、このようなトライリニア処理を行った場合でも、当該手法の有効性は変わらない。

【0081】

続いて、ステップS6において、ピクセルエンジン6は、基本テクスチャの画素値とポリゴンの輝度及び基本テクスチャのアルファ値とポリゴンのアルファ値より、最終的な画素値を計算する。

【0082】

そして、ステップS7において、ピクセルエンジン6は、画素値をフレームバッファ8に描画する。ここで必要に応じて、Zバッファ処理を行う。ピクセルエンジン6は、このステップS7の処理の後、再びステップS2において、全描画ポリゴンの描画終了を判別する。

【0083】

ステップS2において全描画ポリゴンの描画終了を確認した場合に進む図15に示すステップS21では、画像生成装置1は、ピクセルエンジン6により、モジュレーション用テクスチャバッファ10からモジュレーション用テクスチャを読み込む。ピクセルエンジン6は、全描画ポリゴンの描画を終了したことを確認した場合には、当該処理を終了し、全描画ポリゴンの描画が終了していないことを確認した場合には、ステップS23に進む。

【0084】

ステップS23では、描画ポリゴンの頂点のテクスチャ座標値を、モジュレーション用テクスチャに合わせて変換する。

【0085】

続いて、ステップS24において、画像生成装置1は、DDAユニット5によ

り、描画ポリゴンの各画像のテクスチャ座標及びLOD値を求める。

【0086】

そして、ステップS25において、ピクセルエンジン6は、LOD値により使用するモジュレーション用テクスチャのベースアドレスを決定し、テクスチャ座標に対応するテクスチャの画素値を読み込む。なお、ここで必要に応じて、バイリニア・フィルタ又はトライリニア・フィルタを実行する。

【0087】

ステップS26では、ピクセルエンジン6は、フレームバッファ8の対応する画素値を読み出し、モジュレーション用テクスチャによりこの画素値を変調する（乗算する）。

【0088】

ステップS26において、ピクセルエンジン6は、結果の画素値をフレームバッファ8に描画する。ここで、必要に応じてZバッファ処理を行う。このステップS27の処理の後、再びステップS22において、全描画ポリゴンの描画終了を判別する。

【0089】

以上のような一連の処理工程により、画像生成装置1は、基本テクスチャにより生成した画像の模様をモジュレーション用テクスチャにより振幅変調する。

【0090】

画像生成装置1は、以上のような構成を有して、画像を生成することにより、通常のテクスチャマッピング処理で画像解像度の低下が見られる視点近くの領域において、適切なディテールを持つ画像を生成することが可能になる。

【0091】

図16及び図17には、テクスチャマッピングにより生成された画像の具体例を示している。ここで、テクスチャのマッピングについては、図18（B）から図18中（A）に示すように、テクスチャをポリゴン群からなる下地にマッピングすることにより行っている。

【0092】

具体的には、図16中（A）は、本発明を適用することにより生成された画像

であり、図16中(B)は、通常のテクスチャマッピングにより生成された画像であり、明らかに、本発明を適用して生成された画像である図16中(A)に示す画像の方が適切なディテールを持つ画像として描画されている。

【0093】

よって、視点近傍以外の領域に関しては、殆ど基本テクスチャ通りの画像が得られるのでデザイナーの意図した画像が作り易くなる。また、デスティネーション・アルファテストと組み合わせることにより特定の領域についてのみ解像度創造をすることが可能になる。

【0094】

また、画像生成装置1は、既存のミップマップ処理機構が利用できるので画像生成の高速化が容易になる。

【0095】

また、モジュレーション用テクスチャのダイナミックレンジを、MIP値が小さくなるほど大きくすることにより、近い部分の解像度が効果的に強めることができる。

【0096】

また、基本テクスチャが縮小傾向になるMIP値 >0 の領域においては、モジュレーションのダイナミックレンジの減少処理により自然な解像度の減少が実現され、エイリアシングの発生を防ぐことができる。

【0097】

なお、画像生成装置1は、モジュレーション用テクスチャを、基本テクスチャとは異なる模様から構成することもできる。モジュレーション用テクスチャとして基本テクスチャの関係のないテクスチャとして、例えば、布の表面のような材質感あるテクスチャとすることにより、画像のディテールを自然に表現することが可能になる。具体的には、図17中(A)は、パッチワーク状からなるモジュレーション用テクスチャにより生成された画像であり、図17中(B)は、通常のオリジナルのテクスチャによる画像であり、明らかに、図17中(A)に示す画像の方がディテールを持つ画像として描画されている。

【0098】

また、画像生成装置1は、テクスチャを変調する領域を限定することもできる。モジュレーション用テクスチャにより変調をかける領域を限定することにより、生成された画像の一部分のみに対して解像度を上げたり模様を付けたりすることができる。領域を限定するには、例えば基本テクスチャの描画の際に変調したい部分のみを特定のアルファ値で描画し、モジュレーション用テクスチャの描画時にデスティネーション・アルファテストを行えば良い。

【0099】

また、画像生成装置1は、基本テクスチャとモジュレーション用テクスチャとの一体化によりデータ量を圧縮することもできる。基本テクスチャとモジュレーション用テクスチャは、多くの場合決まった組み合わせ（ペア）で用いられる。例えば自然画等の強い自己相似性を持つ画像の場合、基本テクスチャから色成分を除去した画像をモジュレーション用テクスチャとして用いると自然な解像度の創造が可能になるまた、このような場合、基本テクスチャをテクスチャのRGB領域にモジュレーション用テクスチャをテクスチャのA（アルファ）領域に格納すれば、通常のRGBAテクスチャとしての取り扱いが可能になる。

【0100】

また、RGBAテクスチャをカラー・ルックアップ・テーブル（CLUT）を用いて表現する場合には、CLUTを8ビットとして例えば0～127をMIP0のテクスチャで、128～191をMIP1テクスチャで、192～223をMIP2のテクスチャで、... というように分割して使用することにより、8ビットテクスチャで基本テクスチャとモジュレーション用テクスチャを表現することができる。一般に、MIP値が大きくなる場合画素値の平均値を持つ画素値が新たに出現し、異なるミップマップ用のテクスチャ間でCLUTの共有はできないことから、上記のようなCLUTの分割は十分妥当性のあるものとなる。

【0101】

このようなデータ圧縮により、例えば $256 \times 256 \times 4 = 262 \text{ KB}$ のテクスチャを $128 \times 128 \times 1 = 16 \text{ KB}$ で表現することが可能になる。

【0102】

【発明の効果】

本発明に係る画像生成方法は、基本テクスチャのマッピングによりポリゴン上の全体的な模様を生成し、モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調処理することにより、視点近くの領域の模様のディテールを適切に生成することができる。

【0103】

また、本発明に係る画像生成装置は、マッピングによりポリゴン上の全体的な模様を生成する基本テクスチャと、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調するモジュレーション用テクスチャとが記憶される記憶手段と、モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調処理する画像処理手段とを備えることにより、モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調処理することができる。

【0104】

これにより、画像生成装置は、視点近くの領域の模様のディテールを適切に生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態である画像生成装置の構成を示すブロック図である。

【図2】

画像生成装置の構成と共にデータの流れを示すブロック図である。

【図3】

モジュレーション用テクスチャとダイナミックレンジとの関係を示す図である。

【図4】

モジュレーション用テクスチャが繰り返しテクスチャでない場合の変換を示す図である。

【図 5】

基本テクスチャとモジュレーション用テクスチャとの間のMIP値の関係を示す図である。

【図 6】

MIP0の基本テクスチャを示す図である。

【図 7】

MIP0のモジュレーション用テクスチャを示す図である。

【図 8】

MIP1の基本テクスチャを示す図である。

【図 9】

MIP1のモジュレーション用テクスチャを示す図である。

【図 10】

MIP2の基本テクスチャを示す図である。

【図 11】

MIP2のモジュレーション用テクスチャを示す図である。

【図 12】

MIP3の基本テクスチャを示す図である。

【図 13】

MIP3のモジュレーション用テクスチャを示す図である。

【図 14】

基本テクスチャにより生成した画像の模様をモジュレーション用テクスチャにより振幅変調する処理を示すものであって、基本テクスチャを用いて画像を生成する一連の処理工程を示すフローチャートである。

【図 15】

基本テクスチャにより生成した画像の模様をモジュレーション用テクスチャにより振幅変調する処理を示すものであって、モジュレーション用テクスチャにより画像を振幅変調する一連の処理工程を示すフローチャートである。

【図 16】

本発明を適用したテクスチャマッピングにより生成された画像と、従来のテク

スチャマッピングにより生成された画像とを示す図である。

【図 17】

本発明を適用したテクスチャマッピングにより生成された他の画像と、従来のテクスチャマッピングにより生成された画像とを示す図である。

【図 18】

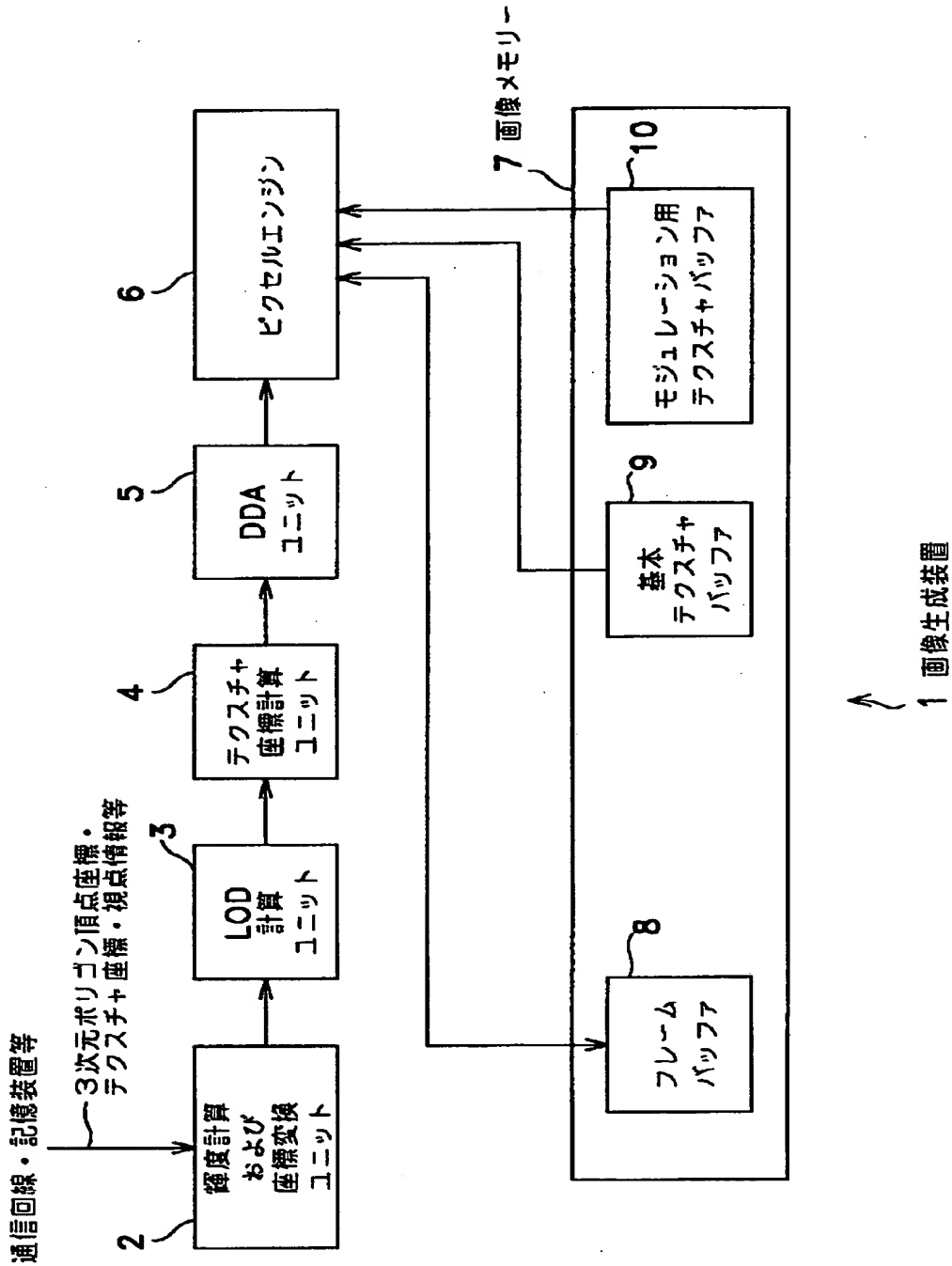
テクスチャのマッピングの手順を示す図である。

【符号の説明】

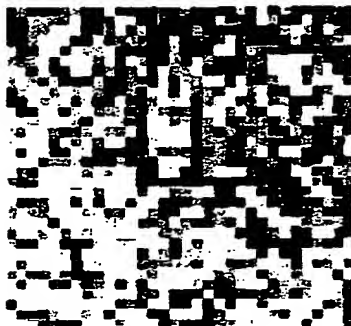
1 画像生成装置、6 ピクセルエンジン、7 画像メモリー

【書類名】 図面

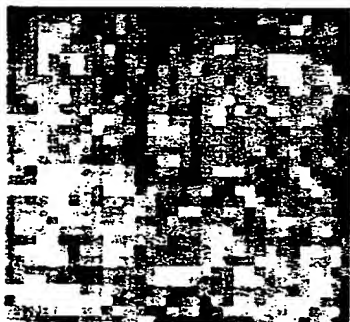
【図 1】



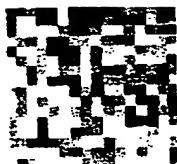
【図 2】



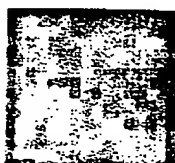
【図 3】



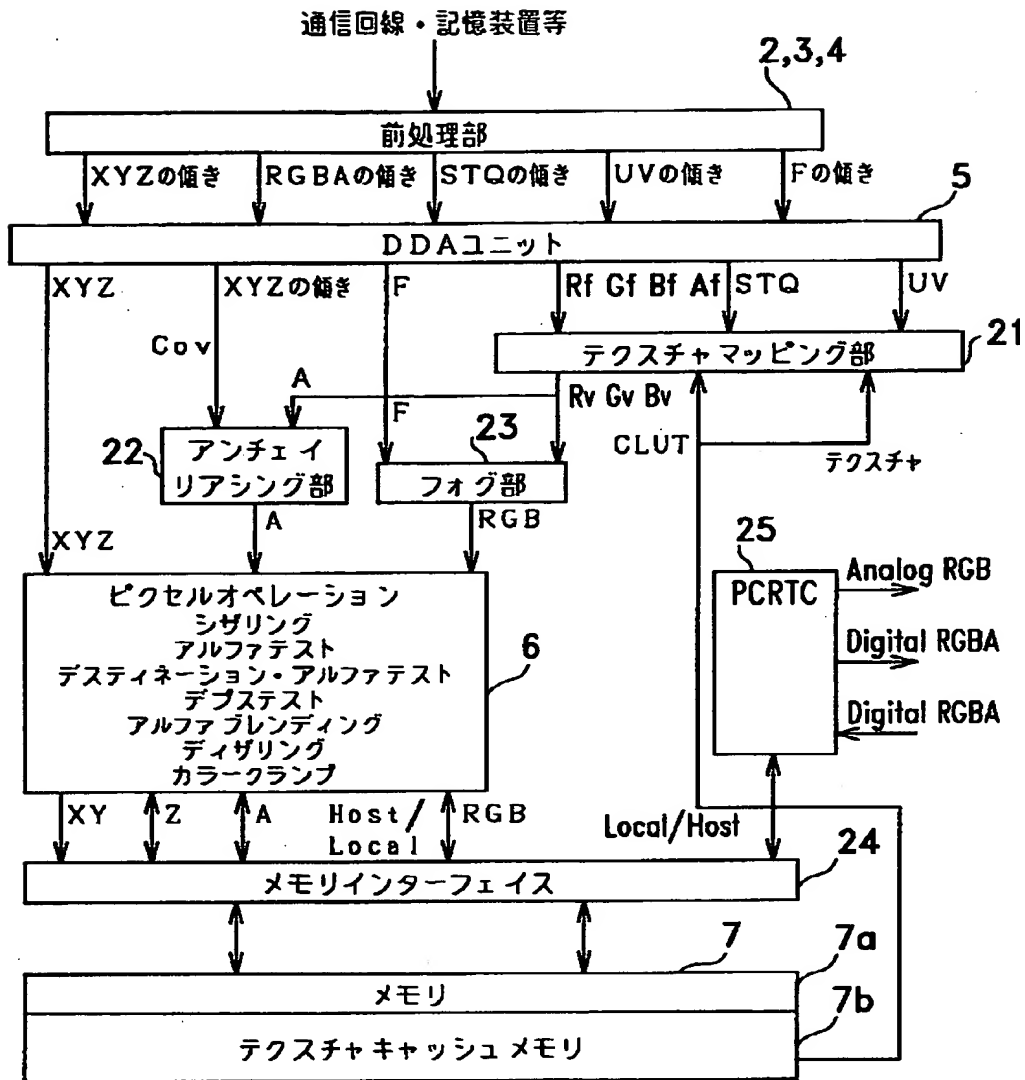
【図 4】



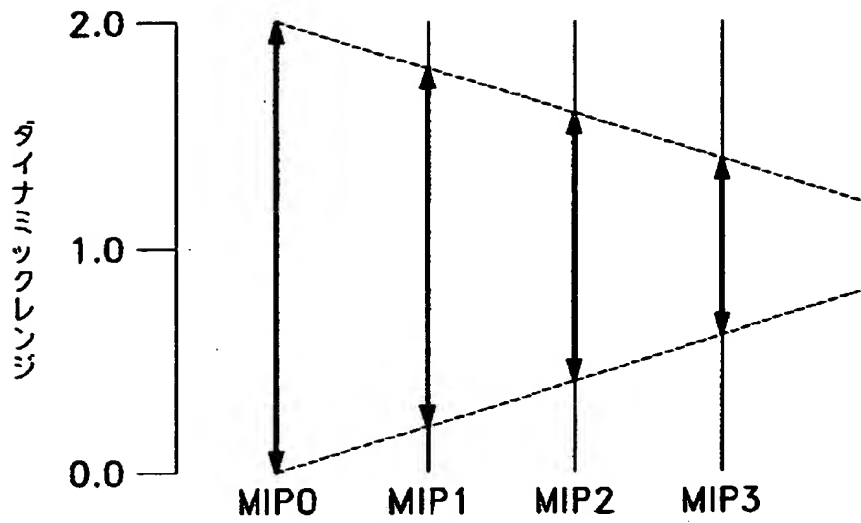
【図 5】



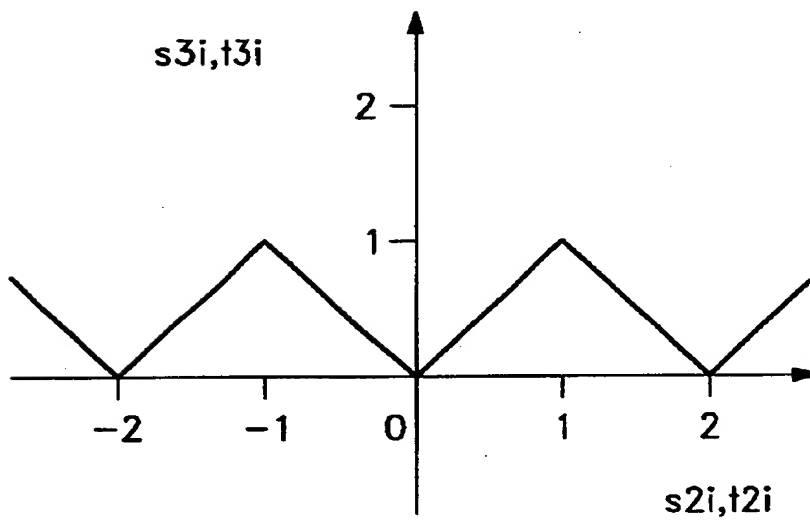
【図 6】



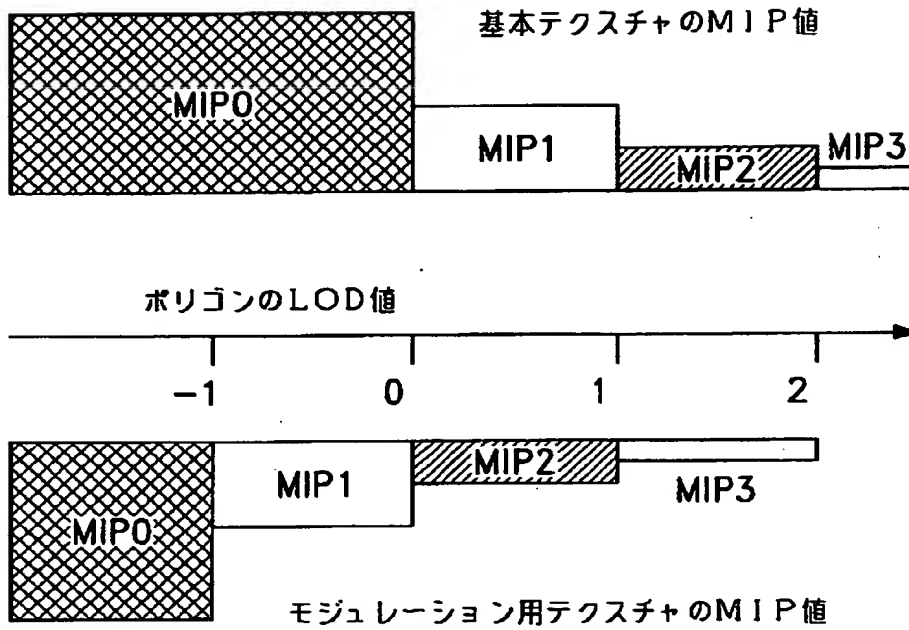
【図 7】



【図 8】



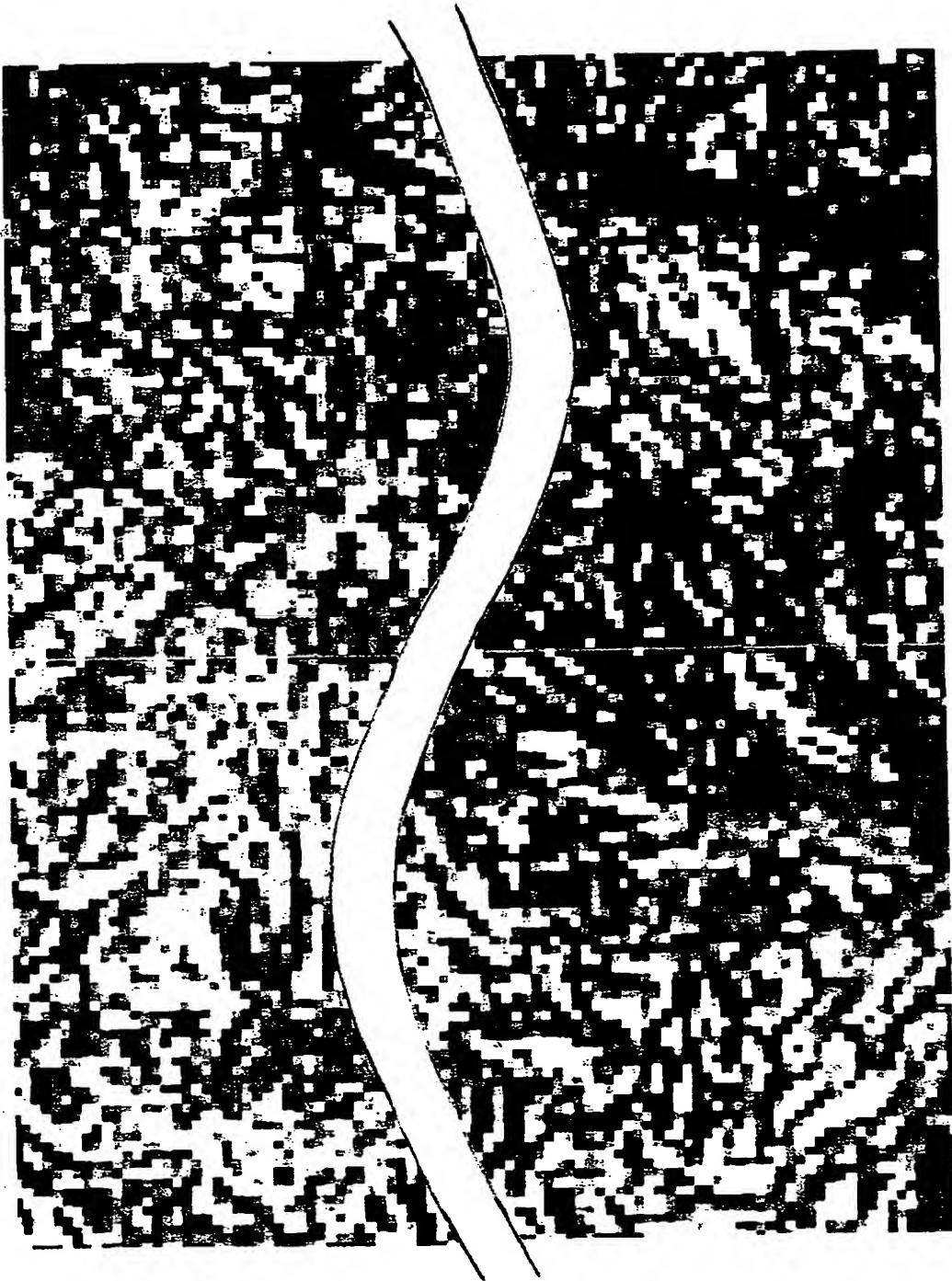
【図9】



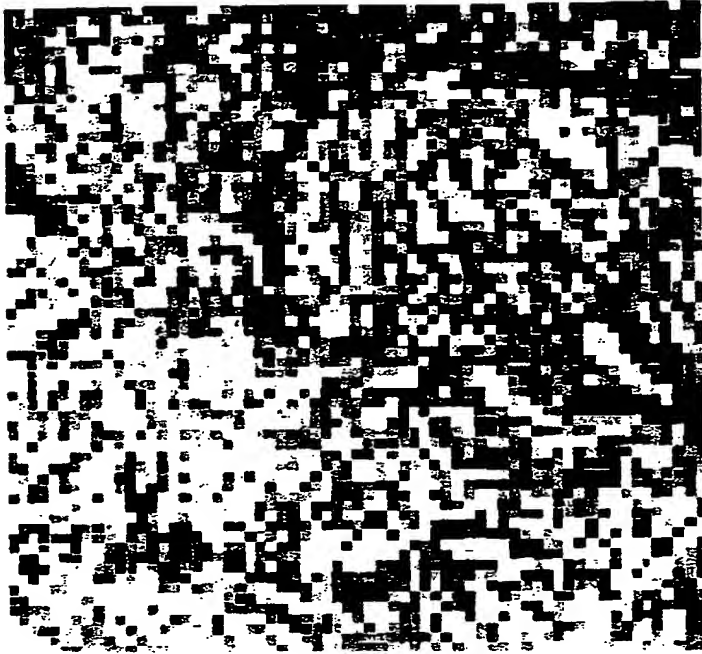
【図10】



【図11】



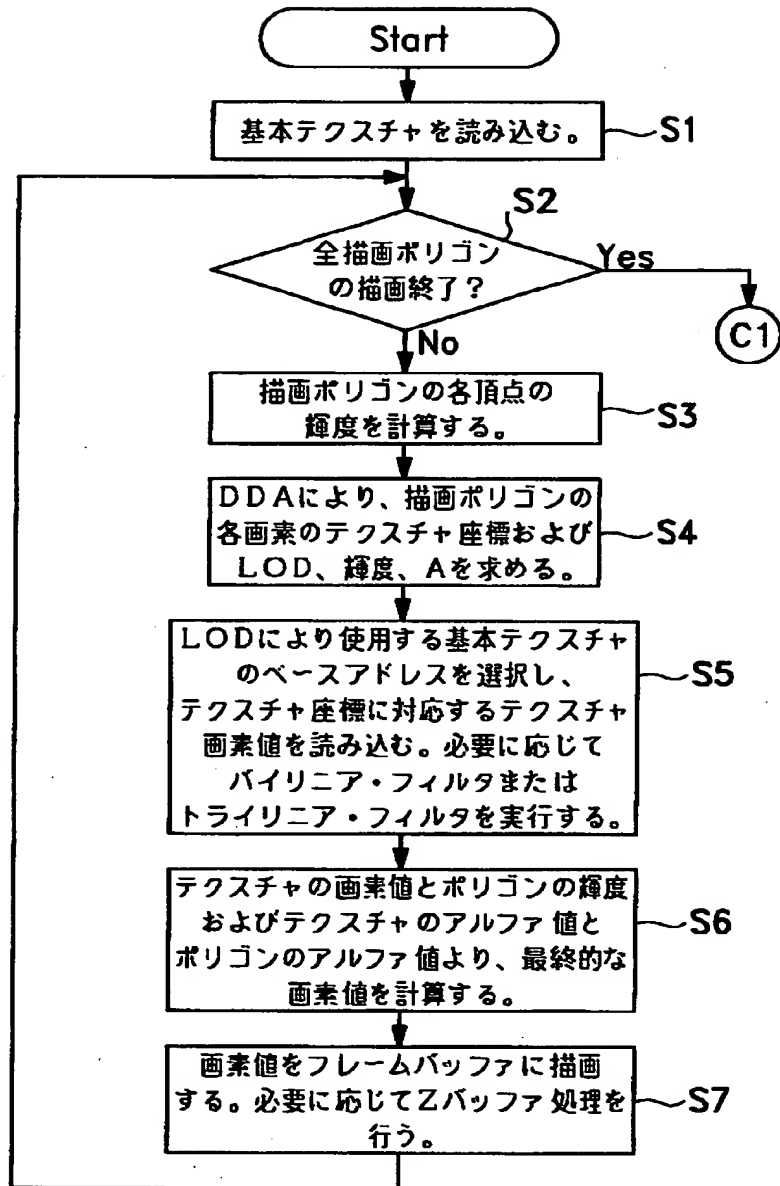
【図12】



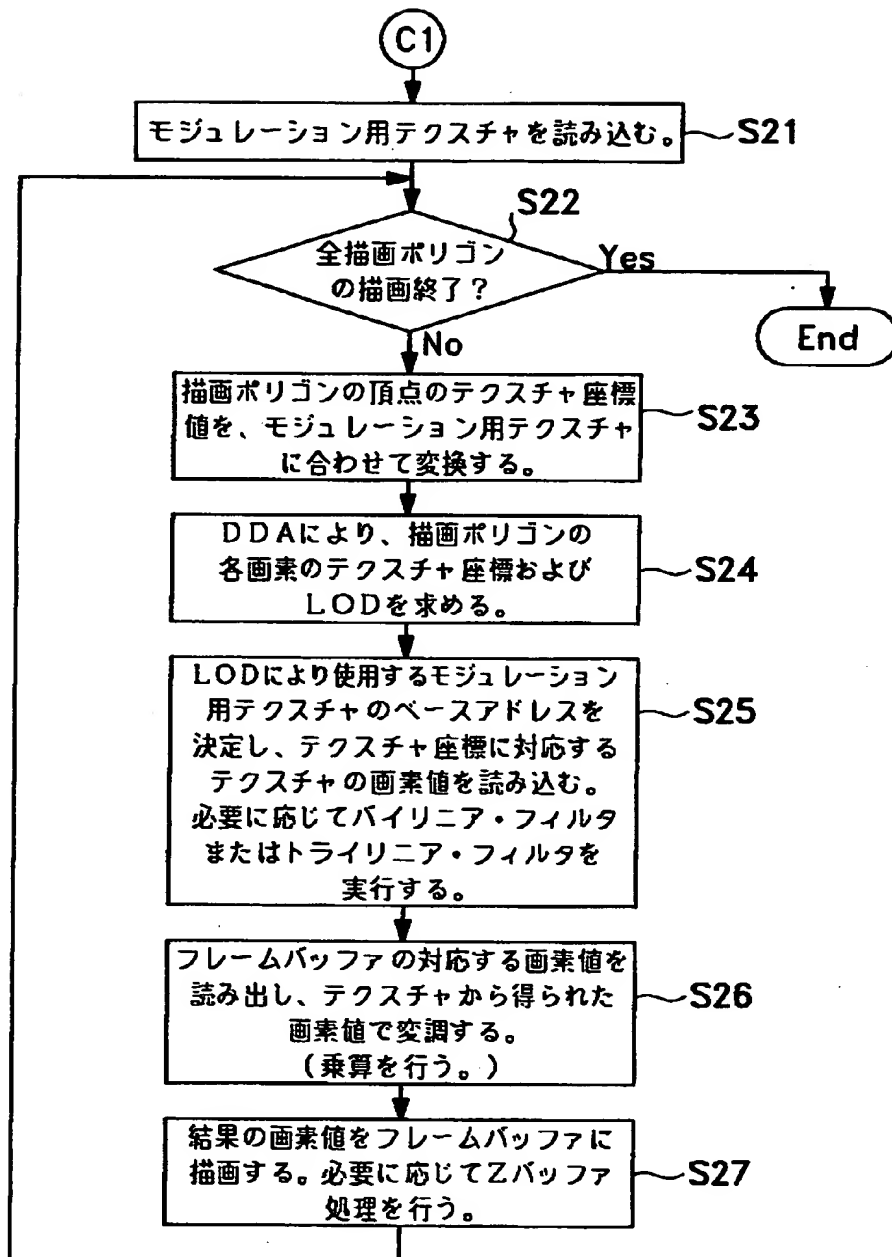
【図13】



【図 14】

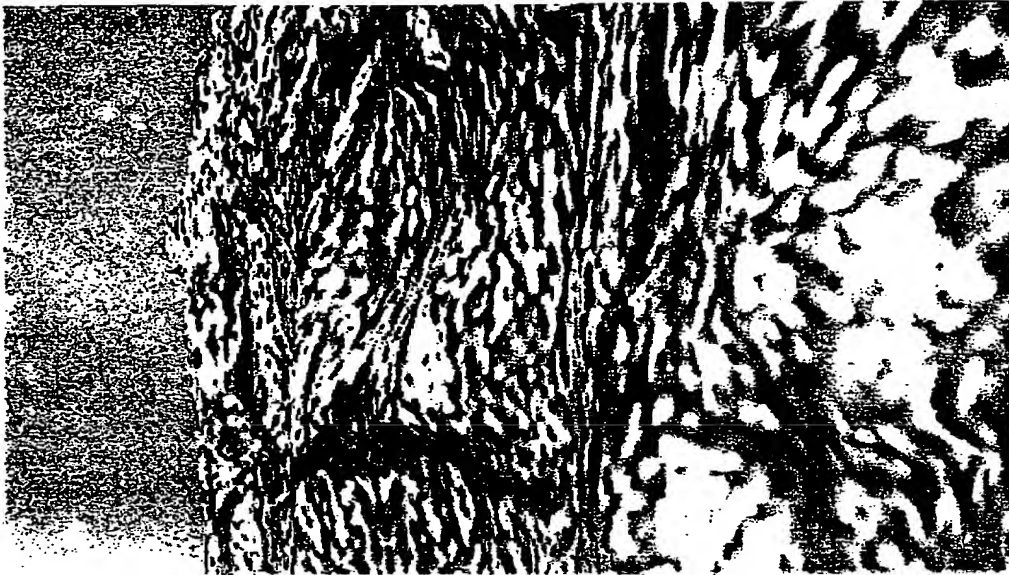


【図 15】

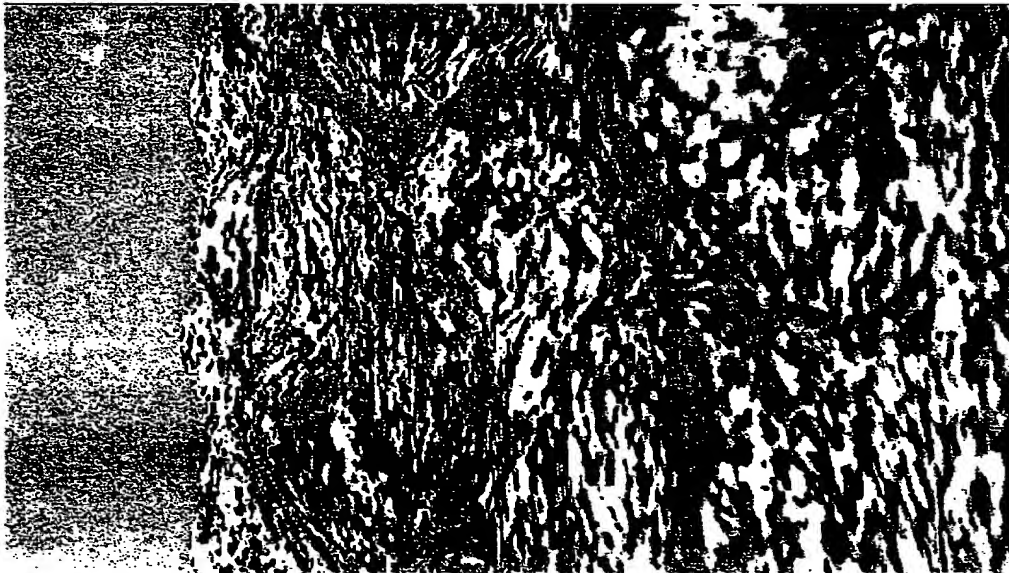


【図 16】

(B)



(A)



【図 17】

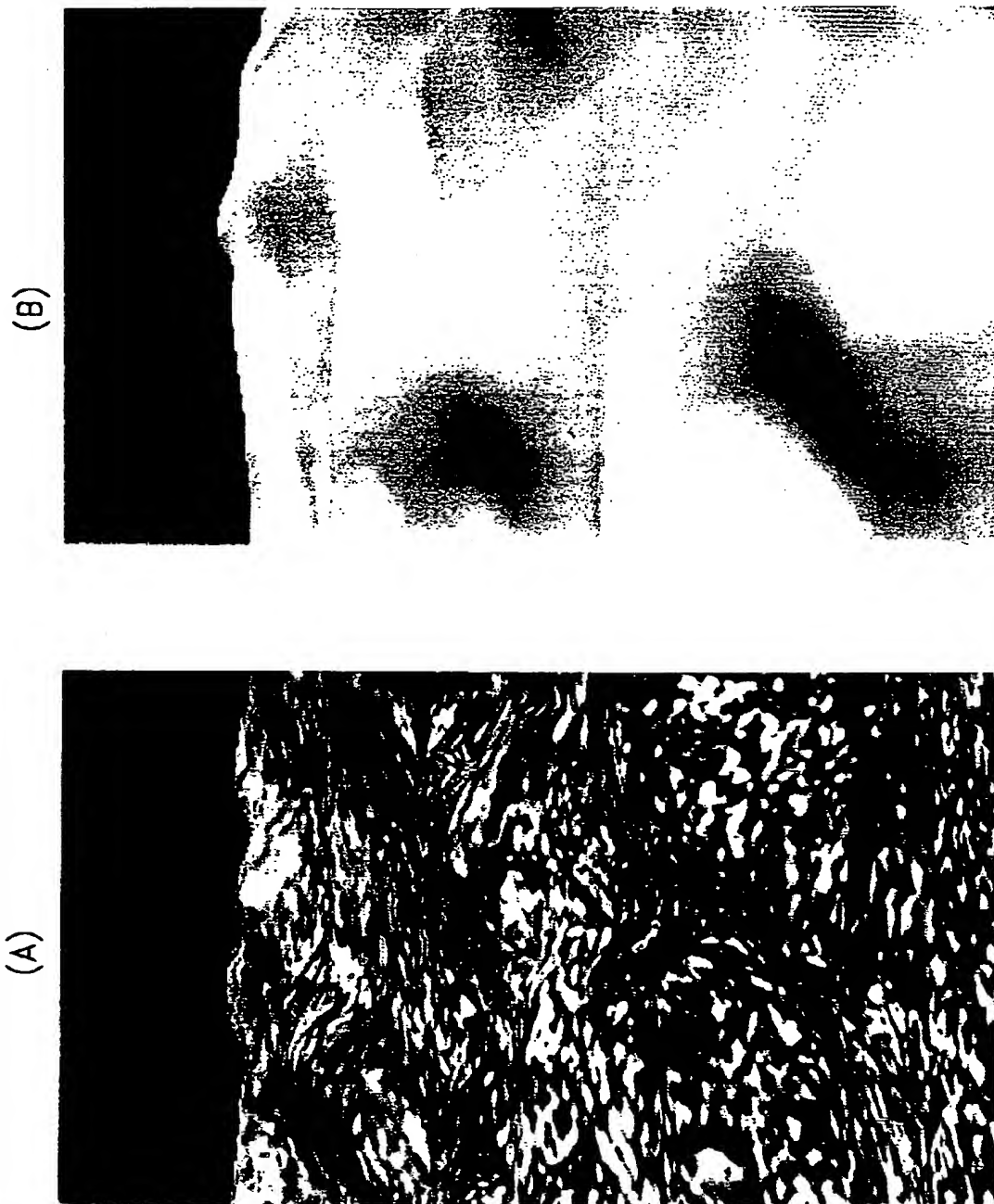
(B)



(A)



【図18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 3次元ポリゴンへのテクスチャマッピングにより、より現実に近い模様を生成することができる。

【解決手段】 画像生成装置 1 は、マッピングによりポリゴン上の全体的な模様を生成する基本テクスチャと基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調するモジュレーション用テクスチャとが記憶される画像メモリー 7 と、モジュレーション用テクスチャの振幅変調マッピングにより、基本テクスチャのマッピングにより生成した模様を振幅変調処理するピクセルエンジン 6 とを備える。

【選択図】 図 1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 395015319

【住所又は居所】 東京都港区赤坂 7-1-1

【氏名又は名称】 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

【代理人】 申請人

【識別番号】 100067736

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門 2-6-4 第 11 森ビル 小池
国際特許事務所

【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

【識別番号】 100086335

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門 2 丁目 6 番 4 号 第 11 森ビル
小池国際特許事務所

【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096677

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門 2 丁目 6 番 4 号 第 11 森ビル
小池国際特許事務所

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [395015319]

1. 変更年月日 1997年 3月31日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂7-1-1

氏 名 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント